

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Sistem distribusi air bersih merupakan pendistribusian atau pembagian air melalui system perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen). Sistem distribusi air bersih dijelaskan selengkapnya pada pernyataan (Kusuma,2011) sebagai berikut:

1. Reservoir

Reservoir adalah tangki yang terletak pada permukaan tanah maupun diatas permukaan tanah yang berupa tower air baik untuk sistem gravitasi ataupun pemompaan. Lokasi reservoir tergantung dari sumber topografi. Penempatan reservoir mempengaruhi sistem pengaliran distribusi, yaitu dengan gravitasi, pemompaan, atau kombinasi gravitasi pemompaan.

2. Sistem Perpipaan Distribusi Air

Sistem perpipaan distribusi air adalah sistem yang mampu membagikan air pada setiap konsumen dengan berbagai cara, baik dalam bentuk sambungan langsung rumah atau sambungan melalui kran. Perpipaan distribusi menyampaikan air ke masyarakat konsumen. Sistem pemipaan air bersih dalam bangunan terdiri atas dua sistem yaitu sistem Down Feed dan Sistem Up Feed. Kedua sistem ini biasanya digunakan untuk distribusi air bersih pada bangunan middle rise dan high rise.

- **Sistem Down Feed**

Sistem ini adalah sistem distribusi air bersih pada bangunan dengan menggunakan reservoir bawah sebagai media untuk menampung debit air yang disuplai oleh sumur resapan dan PDAM sebelum didistribusikan ke reservoir atas oleh pompa hidrolis. Biasanya pada bangunan multi lantai dan high rise, reservoir

bawah di basement paling bawah dengan volume untuk menampung $\frac{2}{3}$ dari kebutuhan air bersih dan reservoir atas diletakkan dilantai atap dengan volume $\frac{1}{3}$ dari kebutuhan air bersih.

- **Sistem Up Feed**

Pada sistem up feed, distribusi air bersih tidak menggunakan reservoir bawah seperti pada down feed dengan asumsi sumber air bersih berasal dari PDAM dan sumur. Perbedaannya pada sistem ini air bersih dari sumber air langsung menuju ke reservoir atas. Dari reservoir atas didistribusikan ke dalam bangunan memakai pompa booster untuk menyamakan tekanan airnya. Volume reservoir atas menjadi lebih besar karena merupakan wadah satu-satunya untuk menyimpan cadangan air bersih.

2.2 Pengertian Air Bersih

Pengertian air bersih adalah cairan jernih yang tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau yang terdapat dalam kehidupan manusia sehari-hari, sedangkan pengertian air bersih menurut Kepmenkes RI No.907/MENKES/SK/VII/2002 adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan (bakteriologi, kimiawi, radioaktif, dan fisik) dan dapat langsung diminum. Kebutuhan air merupakan jumlah air yang diperlukan secara wajar untuk keperluan pokok dan kegiatan-kegiatan lainnya yang memerlukan air. Kebutuhan air menentukan besaran sistem dan ditetapkan berdasarkan pemakaian air.

2.3 Sumber Air Bersih

Untuk keperluan air minum, maka sumber air baku yang dapat digunakan untuk kebutuhan air minum dapat terdiri dari mata air, air permukaan (sungai, danau, waduk, dll), air tanah (sumur gali, sumur bor), maupun air hujan.

2.3.1 Mata Air

Mata air adalah sebuah keadaan alami di mana air tanah mengalir keluar dari akuife menuju permukaan tanah yang menjadi sumber air bersih yang berguna untuk keperluan kehidupan manusia. Mata air dapat terjadi karena air permukaan meresap ke dalam tanah dan menjadi air tanah. Air tanah kemudian mengalir melalui retakan dan celah di dalam tanah yang dapat berupa celah kecil sampai gua bawah tanah. Air tersebut pada akhirnya akan menyembur keluar dari bawah tanah menuju permukaan dalam bentuk mata air. Mata air sendiri bergantung pada asupan sumber air seperti air hujan ataupun lelehan salju, dan daerah penangkap air tersebut, sehingga mata air dapat bersifat ephemeral (kadang-kadang) ataupun perennial (terus-menerus).

2.3.2 Air Tanah

Air tanah adalah semua air yang berada di dalam ruang batuan dasar yang mengalir secara alami ke permukaan tanah melalui pancaran atau rembesan sumber utama dari air tanah yaitu air hujan yang meresap ke dalam tanah. Peresapan air hujan ini terjadi selama pengaliran air hujan ke laut atau ke aliran sungai. Jumlah resapan air ke dalam tanah ditentukan oleh faktor ruang, waktu, kecuraman lereng, bahan penyusun permukaan tanah dan jenis serta banyaknya vegetasi dan curah hujan. Yang termasuk dengan air tanah antara lain sumur gali ataupun sumur bor.

2.3.2 Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang terkumpul diatas tanah atau di mata air, sungai , danau, lahan basah, atau laut. Umumnya air permukaan ini di bentuk oleh air hujan, dimana ketika hujan turun dan membentuk jalur yang disebut sungai dan ketika jalur tersebut telah jenuh akan air, maka air tersebut tidak lagi meresap melainkan mengalir menjadi air permukaan. Ada juga yang tertampung akibat kondisi geografis tanah yang cekung sehingga menampung air tersebut.

2.4 Peralatan Penyediaan Air Bersih

Terbentuknya sistem plumbing tidak terlepas karena adanya peralatan penyediaan air bersih. Peralatan yang dipasang di dalam ataupun diluar gedung yang berfungsi untuk menyediakan air bersih, baik itu air bersih dingin maupun air panas serta untuk mengeluarkan air buangan. Beberapa alat penyediaan air bersih adalah sebagai berikut :

2.4.1 Pipa

Pipa merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengalirkan fluida. Berbagai jenis pipa yang umumnya digunakan pada instalasi didalam gedung adalah sebagai berikut:

I. Pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*)

Pipa PVC adalah pipa yang terbuat dari gabungan material vinyl plastik yang menghasilkan pipa yang kuat, ringan, tidak berkarat serta viskositas bagian dalamnya tinggi. Jenis pipa ini biasa digunakan untuk instalasi air bersih dingin dan air kotor. Panjang pipa 4-6 meter dengan berbagai ukuran.

Tabel 2.1 Daftar ukuran pipa PVC

Diameter		Tebal Dinding (mm)	Diameter Dalam (mm)	Panjang (meter)	Berat (kg/Batang)
Inch	mm				
1 1/4"	42	1.3	39.4	4	1.091
1 1/2"	48	1.3	45.4	4	1.253
2"	60	1.3	57.4	4	1.576
2 1/2"	76	1.3	73.4	4	2.138
3"	89	1.3	85.8	4	2.819
4"	114	2	110	4	4.417
5"	140	2.6	134.8	4	7.02
6"	165	3	159	4	9.441
8"	216	4.2	207.6	4	17.093
10"	267	5.2	256.6	4	26.291
12"	318	6.2	305.6	4	36.912

Sumber: SNI 06-0084-2002 Pipa PVC Untuk Saluran Air Minum

II. Pipa GIP (*Galvanized Iron Pipe*)

Pipa GIP biasanya digunakan untuk instalasi air bersih yang dingin saja, karena mempunyai tekanan untuk menahan air yang lebih tinggi. Pipa jenis ini bahannya terbuat dari pipa besi yang dilapisi seng.

Tabel 2.2 Ukuran Pipa Galvanis

No.	Size	O D	Tebal	Berat
1	1/2	21.4 mm	2.6 mm	1.22 kg/m
2	3/4	27 mm	2.6 mm	1.58 kg/m
3	1	33.7 mm	3.2 mm	2.44 kg/m
4	1 1/4	42.4 mm	3.2 mm	3.14 kg/m
5	1 1/2	48.3 mm	3.2 mm	3.62 kg/m
6	2	60.2 mm	3.6 mm	5.09 kg/m
7	2 1/2	76 mm	3.6 mm	6.52 kg/m
8	3	88.7 mm	4 mm	8.47 kg/m
9	4	113.9 mm	4.5 mm	12.10 kg/m
10	5	140.6 mm	4.8 mm	16.20 kg/m
11	6	166.1 mm	4.8 mm	16.20 kg/m

Sumber; SNI 0039:2013 Pipa Baja Saluran Air

III. Pipa HDPE (*High Density Poly Ethylene*)

Pipa HDPE terbuat dari bahan Poly-ethylene yang mempunyai kepadatan tinggi sehingga jenis pipa HDPE ini dapat menahan daya tekan yang lebih tinggi. Pipa jenis ini biasa digunakan untuk instalasi air panas.

Tabel 2.3 Ukuran Pipa HDPE

Diameter Dalam Pipa (mm)	ND (INCH)	OD(M)	Tebal Pipa (mm)								Panjang Pipa Per Batang/Roll (M)
			S-4	S-5	S-6.3	S-8	S-10	S-12.5	S-16	S-20	
			SDR 9	SDR 11	SDR 13.6	SDR 17	SDR 21	SDR 26	SDR 33	SDR 41	
			PN = PE-100	PN-20	PN-16	PN-12.5	PN-10	PN-8	PN-6.3	PN-5	
PN= PE-80	PN-16	PN1-12.5	PN-10	PN-8	PN-6.3	PN-5	PN-4	PN-3.2			
16	1/2	20	2.3	1.9	1.6	-	-	-	-	-	100
20	3/4	25	2.8	2.3	1.9	1.6	-	-	-	-	100
25	1	32	3.6	2.9	2.4	1.9	1.6	-	-	-	100
32	1 1/2	40	4.5	3.7	3	2.4	1.9	-	-	-	100
40		50	5.6	4.6	3.7	3	2.4	-	-	-	100
50	2	63	7.1	5.8	4.7	3.8	3	-	-	-	100
65		75	8.4	6.8	5.5	4.5	3.6	-	-	-	5.8/6/11.8/12/50/100
80	3/4	90	10.1	8.2	8.1	6.6	4.3	3.5	-	-	5.8/6/11.8/12/50
100	4	110	12.3	10	9.2	7.4	5.3	4.3	-	-	5.8/6/11.8/12/50
	5	125	14	11.4	10.3	8.3	6	4.8	3.9	3.1	5.8/6/11.8/12/50
125		140	15.7	12.7	11.8	9.5	6.7	5.4	4.3	3.5	5.8/6/11.8/12
150	6	160	17.9	14.6	13.3	10.7	7.7	6.2	4.9	4	5.8/11.8/12
	7	180	20.1	16.4	14.7	11.9	8.6	6.9	5.5	4.4	5.8/11.8/13
200	8	200	22.4	18.2	16.6	13.4	9.6	7.7	6.2	4.9	5.8/6/11.8/13
	9	225	25.1	20.5	18.4	14.8	10.8	8.6	6.9	5.5	5.8/6/11.8/14
250	10	250	27.5	22.7	20.6	16.6	11.9	9.6	7.7	6.2	5.8/6/11.8/12
	11	280	31.3	25.4	23.2	18.7	13.4	10.7	8.6	6.9	5.8/6/11.8/13
300	12	315	35.2	28.6	26.1	21.1	15	12.1	9.7	7.7	5.8/6/11.8/12
350	14	335	39.6	32.2	29.4	23.7	16.9	13.6	10.8	12.3	5.8/6/11.8/12
400	16	400	44.7	36.3	33.1	26.7	19.1	15.3	12.3	9.8	5.8/6/11.8/12

Diameter Dalam Pipa (mm)	ND (INCH)	OD(M)	Tebal Pipa (mm)								Panjang Pipa Per Batang/Roll (M)
			S-4	S-5	S-6.3	S-8	S-10	S-12.5	S-16	S-20	
			SDR 9	SDR 11	SDR 13.6	SDR 17	SDR 21	SDR 26	SDR 33	SDR 41	
			PN = PE-100	PN-20	PN-16	PN-12.5	PN-10	PN-8	PN-6.3	PN-5	
PN= PE-80	PN-16	PN1-12.5	PN-10	PN-8	PN-6.3	PN-5	PN-4	PN-3.2			
500	18	450	50.2	20.9	16.8	29.6	21.5	17.2	13.8	11	5.8/6/11.8/12
600	22	560	-	50.8	46.3	33.2	26.7	21.4	17.2	13.7	5.8/6/11.8/12
	24	630	-	57.2	52.2	37.3	30	21.4	19.1	15.4	5.8/6/11.8/12
700	28	710	-	64.5	58.8	42.1	33.9	24.1	21.4	17.4	5.8/6/11.8/12
800	32	800	-	72.6	66.2	47.4	38.1	27.2	24.5	19.6	5.8/6/11.8/12
900	36	900	-	81.7	72.6	53.5	42.9	30.6	27.6	22	5.8/6/11.8/12
1000	40	1000	-	90.2	81.7	59.3	47.7	34.4	30.6	24.5	5.8/6/11.8/12
1200	48	1200	-	-	90.2	67.9	57.2	38.2	36.7	29.4	5.8/6/11.8/12
1400	56	1400	-	-	-	82.4	66.7	53.2	42.9	34.4	5.8/6/11.8/12
1600	64	1600	-	-	-	94.1	76.2	61.3	49	39.3	5.8/6/11.8/12

Sumber:06-4829-2005

IV. Baja

Pipa baja merupakan jenis pipa yang dikenal akan kekuatan dan daya tahannya yang lebih baik dari jenis pipa lainnya. Sehingga jenis pipa ini dapat digunakan untuk mengalirkan berbagai fluida yang dianggap ekstrim dengan sistem pemipaan yang aman. Selain digunakan untuk kebutuhan fluida, pipa jenis ini juga memiliki kegunaan lain yang dapat disesuaikan dengan jenisnya.

Tabel 2.4 Daftar Ukuran Pipa Baja

NPS	OD	ID	T	W
Inch	mm	mm	Mm	kg/m
1/8	10.3	6.84	1.73	0.37
¼	13.7	9.22	2.24	0.63
½	21.3	15.76	2.77	1.27
¾	25.7	20.96	2.87	1.69
1	33.4	26.64	3.38	2.5
1 ¼	42.2	35.08	3.56	3.39
1 ½	43.3	40.54	3.68	4.05
2	60.3	52.48	3.91	5.44
2 ½	73	62.68	5.16	8.63
3	88.9	77.92	5.49	11.29
4	114.3	108.28	6.02	16.08
5	141.3	128.2	6.55	21.77
6	168.3	154.08	7.11	28.26
8	219.1	202.74	8.18	42.55
10	273	254.56	9.27	60.29
12	323.28	303.18	10.31	79.71

Sumber; SNI 0039:2013 Pipa Baja Saluran Air

V. Besi Tuang

Jenis pipa ini termasuk yang paling lama digunakan, pipa ini dicelupkan ke dalam larutan anti karat untuk perlindungan tambahan. Panjang pipa ini antara 4-6 meter dan dapat mencapai umur 100 tahun.

2.5 Laju Aliran Air

Dalam perancangan sistem penyediaan air untuk suatu bangunan, kapasitas peralatan dan ukuran pipa-pipa didasarkan pada jumlah dan laju aliran air yang harus disediakan untuk bangunan tersebut. Besarnya laju aliran air dapat ditentukan dengan dua cara yaitu, berdasarkan jumlah penghuni dan berdasarkan unit beban alat plambing. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menaksir besarnya laju aliran air, diantaranya adalah sebagai berikut:

2.5.1 Berdasarkan Jumlah Pemakai

Metode ini didasarkan atas pemakaian air rata-rata sehari dari setiap penghuni, dan perkiraan jumlah penghuni. Apabila jumlah penghuni diketahui, maka angka tersebut dipakai untuk menghitung pemakaian air rata-rata sehari berdasarkan “standar” mengenai pemakaian air per orang per hari untuk sifat penggunaan gedung tersebut. Angka pemakaian air yang diperoleh dengan metode ini biasanya digunakan untuk menetapkan volume tangki bawah, tangki atap, pompa, dsb.

I. Perhitungan Jumlah Penghuni

$$\text{Jumlah penghuni} : \frac{\text{Luas Bangunan/Ruangan}}{\text{Beban penghunian}} \dots\dots\dots (2.1)$$

II. Pemakaian Air Rata-rata Per Hari

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan : Qd = Jumlah penghuni x Pemakaian air per orang/hari

Qh = Pemakaian air rata-rata (m³/hari)

Qd = Pemakaian air rata-rata sehari (m³/hari)

T = Jangka waktu pemakaian (h)

III. Pemakaian Air Pada Jam Puncak

$$Q_{h-max} = (C_1)x(Q_h) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana konstanta untuk C₁ antara 1,5 sampai 2,0 tergantung kepada lokasi, sifat penggunaan gedung dan sebagainya, konstanta untuk C₂ antara 3,0 sampai 4,0.

Sedangkan pemakaian air pada menit puncak dapat dinyatakan dengan rumus sbb:

$$Q_{m-max} = \frac{(C_2)x(Q_h)}{60} \dots\dots\dots (2.4)$$

2.6 Hidraulika Aliran Melalui Pipa

2.6.1 Tekanan

Pipa adalah saluran tertutup yang biasanya berpenampang lingkaran dan digunakan untuk mengalirkan fluida dengan tampang aliran penuh. Apabila zat cair

dalam pipa tidak penuh maka aliran termasuk jenis aliran saluran terbuka. Standar tekanan tergantung diameter pipa.

2.6.2 Penurunan Tekanan

Pada setiap instalasi pipa air bertekanan pasti akan mengalami head loss. Head loss adalah penurunan tekanan pada fluida yang mengalir di dalam pipa. Head loss pada instalasi pipa disebabkan oleh beberapa hal, secara garis besar dibagi menjadi 2 yaitu major head loss dan minor head loss. Major head loss disebabkan oleh gesekan antara fluida yang mengalir dengan dinding pipa dan minor head loss disebabkan oleh beberapa hal antara lain, aliran masuk fluida ke dalam pipa (inlet), aliran keluar fluida dari pipa (outlet), sambungan pipa/ fitting atau sambungan pipa tanpa fitting/ butt fusion, dan yang terakhir katup/valve. Standar penurunan tekanan harus dibawah 10 m/km.

Major head loss dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan dari Hazen-Williams, Rumus ini pada umumnya dipakai untuk menghitung kerugian head dalam pipa yang relatif sangat panjang seperti jalur pipa penyalur air minum yang dapat dilihat di bawah ini:

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \dots \dots \dots (2.6)$$

- Dimana : Hf = Kehilangan tekanan/ head loss (m)
- C = Koefisien pipa
- Q = Debit air (lt/s)
- d = Diameter pipa (mm)
- L = Panjang instalasi pipa (m)

Tabel 2.5 Koefisien Kekasaran Pipa Hazen-Williams

Jenis Pipa	Koefisien C
Pipa sangat halus	140
Pipa halus, semen, besi tuang	130
Pipa baja dilas halus	120
Pipa baja dikeling halus	110
Pipa besi tuang tua	100
Pipa baja dikeling tua	95
Pipa tua	60-80

Sumber: Nilai Koefisien Kekasaran Pipa Pada Rumusan Hazen-William

Perhitungan di atas hanya berlaku untuk instalasi pipa lurus tanpa ada penggunaan fitting. Jika instalasi pipa terdapat fitting (belokan dan percabangan) ataupun terdapat aksesoris seperti valve maka perhitungan perlu ditambahkan koefisien kehilangan tekanan dari penggunaan fitting atau aksesoris pipa (minor head loss) yang besarnya disebut k value. k value atau nilai k dipengaruhi dari bentuk fitting, jenis fitting serta bentuk dari beberapa aksesoris perpipaan yang akan mempengaruhi aliran fluida yang ada didalam pipa. Nilai k adalah sebuah koefisien yang telah ditentukan oleh para ahli. Untuk menentukan besarnya minor head loss dapat dihitung dengan persamaan Darcy-Wisbach sebagai berikut.

$$h_f = k \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana : h_f = Kehilangan tekanan/ head loss (m)

k = Besarnya minor head loss

v = Kecepatan aliran (m/s)

g = Gaya gravitasi (m/s²)

Tabel 2.6. harga K dalam formula minor head loss

Pengaruh	K
Katup pintu :	
Terbuka penuh	0.19
3/4 terbuka	1.15
1/2 terbuka	5.6
1/4 terbuka	24
Katup bola terbuka	10
Katup sudut terbuka	5
Bengkokan 90°	
Jari-jari pendek	0.9
Jari-jari pertengahan	0.75
Jari-jari panjang	0.6
Lengkungan pengemnalian 180°	2.2
Bengkokan 45°	0.42
Bengkokan 22 1/2° (45cm)	0.13
Sambungan t	1.25
Sambungan pengecil	0.25
Sambungan pembesar	$0.25(V_1^2 - V_2^2)/2g$
Sambungan pengecil mulut lonceng	0.1
Lubang terbuka	1.8

Sumber: Pratical Hydrolics For The Public Work Engineer 1968

Untuk menentukan besarnya tekanan yang hilang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$P = 0,0981 \times hf \times g \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan : p = Tekanan (bar)

hf = Kehilangan tekanan/ headloss (m)

g = Gaya gravitasi (m/s²)

2.6.3 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran (V) dari suatu penampang aliran tidak sama diseluruh penampang aliran, tetapi bervariasi menurut tempatnya. Apabila cairan bersentuhan dengan batasnya (didasar dan dinding saluran) kecepatannya adalah nol. Hal ini sering kali membuat kompleksnya analisis, oleh karena itu untuk keperluan praktis biasanya digunakan harga rata-rata dari kecepatan di suatu penampang aliran. Standar kecepatan pada dari 0,3 sampai 1,5.

Kecepatan rata-rata ini didefinisikan sebagai debit aliran dibagi luas penampang aliran, dan oleh karena itu satuannya adalah panjang per satuan waktu. Kecepatan aliran dapat diketahui dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$V = Q/A \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

- V = kecepatan aliran (m/det)
- Q = debit (l/det)
- A = luas penampang basah (m)

2.7 Kebutuhan Air

Kebutuhan air (l_t / dt) merupakan kajian utama dalam rencana pelayanan. Sehingga akan teridentifikasi kebutuhan Total (Q_t) dalam l_t / dt . Perhitungan Kebutuhan Air pada setiap gedung fakultas untuk mengetahui base demand yang akan di input pada epanet.

Tabel 2.7 Kebutuhan Air untuk Non Domestik untuk SR

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	10	liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	liter/bed/hari
Puskesmas	2000	liter/unit/hari
Masjid	3000	liter/unit/hari
Kantor	10	liter/pegawai/hari
Pasar	12000	liter/hektar/hari
Hotel	150	liter/bed/hari
Rumah Makan	100	liter/tempat duduk/hari
Komplek Militer	60	liter/orang/hari
Kawasan Industri	0,2 - 0,8	liter/detik/hektar

Kawasan Pariwisata	0,1 - 0,3	liter/detik/hektar
--------------------	-----------	--------------------

Sumber : *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996*

2.8 Epanet

Epanet adalah sebuah program komputer (model) yang melaksanakan simulasi hidraulik dan perilaku kualitas air di dalam suatu jaringan pipa distribusi air minum (pipa bertekanan). Suatu jaringan distribusi air minum terdiri dari pipa-pipa, node (percabangan pipa), pompa, tangki air atau reservoir dan katup-katup. Output yang dihasilkan dari program EPANET antara lain debit yang mengalir dalam pipa (lt/dtk), tekanan air dari masing-masing titik/node/junction yang dapat dipakai sebagai analisa dalam menentukan operasi instalasi, pompa dan reservoir. Permasalahan klasik aliran dalam jaringan pipa menyebutkan bahwa debit aliran dan energi tekanan titik dalam jaringan pipa merupakan parameter yang hendak diketahui. Dua persamaan dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Persamaan pertama mensyaratkan konversi debit (kontinuitas) terpenuhi di setiap node (junction). Persamaan kedua merupakan hubungan nonlinier antara debit dan kehilangan energi di setiap pipa, seperti persamaan Darcy-Weisbach dan Hazen-Williams dengan rumus sebagai berikut:

Persamaan Darcy Weisbach:

$$H_f = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan : H_f = Kehilangan energi (Headloss) dalam satuan meter;

f = Koefisien Darcy (koefisien tak berdimensi);

L = Panjang pipa (m); d = Diameter pipa (m);

v = Kecepatan aliran air (m²);

g = Percepatan gravitasi.

Persamaan Hazen Williams:

$$H_f = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,85}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana : Q = Debit aliran (m^3 /detik);

C = Koef. Hazen-Williams

2.7.1 Kegunaan Epanet

Kegunaan program EPANET yaitu :

1. Didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang ada dalam air di pipa distribusi
2. Dapat digunakan sebagai dasar analisis dan berbagai macam sistem distribusi, detail desai, model kalibrasi hidrolik, analisa sisa khlor dan beberapa unsur lainnya.
3. Dapat membantu menentukan alternatif strategis manajemen dalam sistem jaringan pipa distribusi air bersih, seperti :
 - a. Sebagai penentuan alternatif sumber/instalasi, apabila terdapat banyak sumber/instalasi.
 - b. Sebagai simulasi dalam penentuan alternatif pengoperasian pompa dalam melakukan pengisian reservoir maupun injeksi ke sistem distribusi.
 - c. Digunakan sebagai pusat treatment, seperti dimana dilakukan proses khlorinasi, baik itu di instalasi maupun didalam sistem jaringan. Epanet merupakan analisis hidrolik yang terdiri dari:
 - a. Analisis ini tidak dibatasi oleh letak lokasi jaringan
 - b. Kehilangan tekanan akibat gesekan (friction) dihitung dengan menggunakan persamaan Hazen Williams, Darcy Weisbach, atau Chezy Manning Formulas.
 - c. Disamping mayor losses, minor losses (kehilangan tekanan di bend, elbow, fitting, dll.) dapat dihitung.
 - d. Model konstanta atau variabel kecepatan pompa
 - e. Perhitungan energi dan harga pompa
 - f. Berbagai tipe model valve yang dilengkapi dengan shut off, check pressure regulating dan valve yang dilengkapi dengan kontrol kecepatan,

- g. Reservoir yang berbagai bentuk dan ukuran.
- h. Faktor fluktuasi pemakaian air
- i. Sebagai dasar sistem operasi untuk mengontrol level air di reservoir dan waktu

2.7.2 Analisa Hidraulik Pipa Dengan Epanet

Pipa adalah penghubung yang membawa air dari suatu titik ke titik yang lain pada jaringan EPANET dengan mengasumsikan bahwa pipa penuh dengan air setiap waktunya. Arah aliran adalah dari tekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah. Input parameter hidraulik yang utama adalah :

1. Awal dan akhirnya titik
2. Diameter
3. Panjang
4. Koefisien kekasaran
5. Status (open, close atau terdapat check valve)

Input kualitas air pada pipa terdiri dari :

- a. Koefisiensi reaksi bulk
- b. Koefisiensi reaksi dinding

Hasil perhitungan pipa terdiri dari :

- a. Debit aliran
- b. Kecepatan
- c. Headloss/Kehilangan Tekanan
- d. Kecepatan reaksi rata-rata
- e. Kualitas air rata-rata

